

Kemajuan Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Padi Beras Hitam pada Populasi F₂

Genetic Advance and Heritability of Agronomic Characters of Black Rice in F₂ Population

Kristamtini, Sutarno, Endang Wisnu Wiranti, dan Setyorini Widyayanti

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta

Jl. Stadion Maguwoharjo No 22, Wedomartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: krisniur@yahoo.co.id

Naskah diterima 6 April 2016, direvisi 16 Mei 2016, disetujui diterbitkan 19 Mei 2016

ABSTRACT

Black rice is a local rice variety with some advantages and weaknesses. The desirable character of black rice is its high anthocyanin content, while the weaknesses are late maturing, tall plant stature and low grain yield. Crosses were made between two parents aimed to recombine the superior traits. The effectiveness and efficiency of selection would be determined by the magnitude of the heritability of traits and the selection progress. This study was aimed to determine the heritability estimates in a broad sense and the genetic advance of agronomic characters of F₂ generation, from crosses of local black rice and high yielding variety of white rice. The experiment was conducted in Padasan, Pakem, Sleman, Yogyakarta from January to May 2013. The F₂ population derived from crosses of black rice x white rice, with the morphological traits of hairless black rice (S) crossed with Situbagendit (G) white rice, Cempo ireng (C) with Situbagendit (G) and Cempo ireng (C) with Inpari 6 (I). The F₂ plants population were planted without replication. Genetic parameters estimated were calculated for broad sense heritability and genetic advance from selection. Results showed that the F₂ population had high broad sense heritability estimates for all characters observed, including: plant height, flag leaf length, number of productive tillers, panicle length, number of filled grains per panicle, number of empty grains per panicle, maturity and rice color, in the three F₂ populations obtained from crosses of S x G, C x G and C x I. Only the plant height of S x G cross had a medium broad sense heritability estimate. The large heritability estimates indicated that the respective character was controlled by genetic factor more than environmental ones. High genetic advance would be obtained in the flag leaf length, number of productive tillers, panicle length, number of filled grains/panicle, number of empty grains/panicle and rice color from S x G, C x G and C x I crosses. Genetic advance of plant height was medium (at S x G and C x I crosses) to high (C x G crosses). The maturity trait had low genetic advance on cross S x G; C x G; and C x I. The high value of genetic advance of character would suggest that selection on the character's appearance would be successful.

Keywords: Black rice, genetics progress, heritability, agronomic characters, F₂ generation.

ABSTRAK

Padi beras hitam adalah varietas lokal yang memiliki keunggulan dan kelemahan. Padi beras hitam memiliki kandungan antosianin yang tinggi, kelemahannya adalah umurnya panjang, habitus tanaman tinggi, dan potensi hasilnya rendah. Peningkatan produktivitas padi beras hitam dapat dilakukan melalui persilangan. Persilangan antara dua tetua yang memiliki keunggulan tertentu bertujuan untuk merakit kultivar unggul dan dilanjutkan dengan seleksi. Efektifitas dan efisiensi seleksi antara lain ditentukan oleh besaran heritabilitas dan kemajuan seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemajuan genetik dan nilai duga heritabilitas (daya waris) karakter-karakter agronomi padi beras hitam generasi F₂ hasil persilangan padi beras hitam lokal dengan varietas unggul padi beras putih. Penelitian dilaksanakan di lahan sawah di Dusun Padasan, Pakem, Sleman, Yogyakarta pada bulan Januari sampai Mei 2013. Benih yang digunakan adalah F₂ hasil persilangan padi beras hitam tidak berbulu (S) dengan padi beras putih varietas Situbagendit (G), Cempo ireng (C) dengan Situbagendit (G), dan Cempo ireng (C) dengan Inpari 6 (I). Percobaan menggunakan rancangan tanpa ulangan. Parameter genetik yang diduga adalah heritabilitas dalam arti luas dan kemajuan genetik. Hasil penelitian menunjukkan populasi F₂ mempunyai nilai duga heritabilitas yang tinggi untuk semua karakter yang diamati (tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi per malai, jumlah gabah hampa per malai, umur tanaman dan warna beras) pada ketiga populasi hasil persilangan (S x G, C x G, dan C x I), kecuali tinggi tanaman pada persilangan S x G yang memiliki heritabilitas sedang. Nilai duga heritabilitas yang tinggi menunjukkan karakter lebih dikendalikan oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan. Nilai kemajuan genetik yang tinggi terdapat pada peubah panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, jumlah gabah hampa/malai dan warna beras untuk persilangan S x G, C x G maupun C x I. Karakter tinggi tanaman memiliki nilai kemajuan genetik sedang (pada persilangan S x G dan C x I) sampai tinggi (persilangan C x G). Karakter umur panen memiliki nilai kemajuan genetik yang rendah, baik pada persilangan S x G, C x G maupun C x I. Tingginya nilai duga kemajuan genetik mengindikasikan karakter tersebut didukung oleh faktor genetik, sehingga dapat melengkapi kemajuan seleksi.

Kata kunci: Padi beras hitam, kemajuan genetik, heritabilitas, karakter agronomi, generasi F₂.

PENDAHULUAN

Padi beras hitam merupakan salah satu sumber daya genetik lokal yang mulai langka sehingga perlu upaya pelestarian. Saat ini beras hitam mulai populer dan dikonsumsi sebagai pangan fungsional seiring dengan meningkatnya taraf hidup dan kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan. Beras hitam memiliki kandungan antosianin tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan.

Kelemahan padi beras hitam adalah habitus tanaman tinggi, umur panjang, dan potensi hasil yang rendah. Hal ini menjadi salah satu penyebab rendahnya minat petani menanam padi beras hitam.

Untuk memperbaiki sifat padi beras hitam telah dilakukan persilangan dengan padi beras putih yang memiliki habitus tanaman pendek, umur genjah, dan potensi hasil tinggi. Dari hasil persilangan tersebut diharapkan diperoleh galur-galur harapan unggul padi beras hitam. Untuk merakit varietas unggul perlu diketahui parameter genetik seperti keragaman genetik, heritabilitas, dan estimasi kemajuan genetik yang akan dicapai. Rachmadi *et al.* (1990) mengatakan bahwa parameter genetik yang digunakan dalam proses pemuliaan tanaman antara lain nilai duga heritabilitas, variabilitas genetik, dan kemajuan genetik, yang penting artinya sebagai indikator nilai genetik populasi seleksi. Nilai heritabilitas merupakan pernyataan kuantitatif peran faktor genetik dalam memberikan keragaan akhir atau fenotipe suatu karakter (Allard 1960 *dalam* Arifin *et al.* 2014). Fenotipe tanaman ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan (Sungkono *et al.* 2009).

Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan seleksi dapat dimulai pada generasi awal. Sesuai dengan penjelasan Fehr (1987), seleksi karakter yang mempunyai nilai heritabilitas tinggi dapat dimulai pada generasi awal karena mudah diwariskan. Seleksi terhadap populasi yang memiliki heritabilitas tinggi lebih efektif dibandingkan dengan heritabilitas rendah.

Heritabilitas populasi bersegregasi penting diketahui untuk memahami besarnya ragam genetik yang mempengaruhi fenotipe tanaman. Nilai duga heritabilitas yang diperoleh sangat beragam, bergantung pada populasi, generasi, dan metode pendugaan (Sjamsudin 1990). Keragaman genetik populasi bergantung pada generasi bersegregasi persilangan dan latar belakang genetiknya (Pinaria 1995 *dalam* Syukur *et al.* 2010).

Untuk menduga nilai heritabilitas diperlukan populasi homogen dan heterogen (populasi bersegregasi). Populasi homogen dapat berupa populasi tetua atau populasi tanaman hibrida dan populasi heterogen dapat berupa populasi tanaman

bersegregasi. Bila ragam genetik untuk setiap generasinya semakin besar maka nilai heritabilitas akan meningkat dan karakter tersebut sebagian besar disebabkan oleh faktor genetik.

Informasi tentang keragaman genetik dan heritabilitas bermanfaat untuk menentukan kemajuan genetik melalui seleksi (Fehr 1987). Keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas yang tinggi merupakan salah satu syarat agar seleksi efektif (Hakim 2010). Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan sebagian besar keragaman fenotipe disebabkan oleh keragaman genetik, sehingga seleksi akan memperoleh kemajuan genetik (Suprpto dan Narimah 2007).

Nilai duga heritabilitas dalam arti luas dapat diduga dengan membandingkan besarnya ragam genetik total terhadap ragam fenotipik (Borojevic 1990 *dalam* Aidi-Daslin *et al.* 2008). Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan faktor genetik lebih berperan dalam mengendalikan suatu sifat dibandingkan dengan faktor lingkungan (Knight 1979 *dalam* Barmawi *et al.* 2013). Heritabilitas (daya waris) menentukan kemajuan seleksi, makin besar nilai heritabilitas makin besar pula kemajuan seleksi, dan sebaliknya. Karakter seleksi harus memiliki keragaman dan heritabilitas yang tinggi, agar diperoleh target kemajuan seleksi (Lubis *et al.* 2014).

Menurut Barmawi *et al.* (2013), keragaman genetik dan heritabilitas bermanfaat untuk menduga kemajuan genetik dari seleksi. Oleh karena itu, seleksi pada populasi F₂ hasil persilangan padi beras hitam dengan padi beras putih dapat memberi petunjuk nilai harapan kemajuan genetik yang tinggi, jika sifat yang dilibatkan dalam seleksi memiliki keragaman genetik dan heritabilitas yang tinggi. Dengan demikian, seleksi diharapkan menghasilkan kemajuan genetik yang tinggi untuk beberapa karakter agronomi yang diinginkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui harapan kemajuan genetik dan nilai duga heritabilitas (daya waris) karakter-karakter agronomi padi beras hitam generasi F₂ hasil persilangan dengan varietas unggul padi beras putih.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada lahan sawah di Dusun Padasan, Pakembinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta pada bulan Januari sampai Mei 2013. Benih yang digunakan adalah benih F₂ keturunan persilangan padi beras hitam x padi beras putih, yaitu padi beras hitam tidak berbulu (S) dengan padi beras putih varietas Situbagendit (G), Cempo ireng (C) dengan Situbagendit (G), dan Cempo ireng (C) dengan Inpari 6 (I). Data agronomis tetua persilangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data agronomis tetua persilangan tanaman padi beras hitam dan beras putih.

Kultivar padi	Umur (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Antosianin total (mg/100g)	Warna perikarp biji
Cempo Ireng (C)	174	200-230	428,38	Hitam
Padi hitam tak berbulu (S)	180	175-180	288,53	Hitam
Situbagendit (G)	110-120	99-105	0,5	Putih
Inpari 6 (I)	118	100	0,47	Putih

Percobaan menggunakan rancangan tanpa ulangan karena benih yang digunakan adalah populasi F₂ yang masih mengalami segregasi (Baihaki 2000 *dalam* Barmawi *et al.* 2013). Pengamatan dilakukan terhadap karakter tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, jumlah gabah hampa/malai, umur tanaman, dan warna beras. Analisis yang dilakukan berupa ragam, heritabilitas, dan nilai duga kemajuan seleksi. Ragam fenotipe (σ_p^2) dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh Suharsono *et al.* (2006):

$$\sigma_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}$$

x_i = nilai pengamatan tanaman ke- i

μ = nilai tengah populasi

N = jumlah tanaman yang diamati

Ragam lingkungan (σ_E^2) diduga dari ragam lingkungan tetua, dengan rumus:

$$\sigma_E^2 = \frac{n_1 \sigma_{p1} + n_2 \sigma_{p2}}{n_1 + n_2}$$

σ_{p1} = simpangan baku tetua 1

σ_{p2} = simpangan baku tetua 2

$n_1 + n_2$ = jumlah tanaman tetua

Populasi tetua secara genetik adalah seragam sehingga ragam genotipenya sama dengan nol dan ragam fenotipe populasi tetua sama dengan ragam lingkungan. Populasi tetua dan zuriatnya ditanam pada areal yang sama. Oleh sebab itu, ragam lingkungan populasi tetua sama dengan ragam lingkungan populasi zuriatnya. Jadi ragam genetik populasi zuriat dapat dihitung dengan menurut rumus:

$$\sigma_G^2 = \sigma_p^2 + \sigma_E^2$$

Heritabilitas dalam arti luas (H) dihitung dengan rumus:

$$H = \sigma_G^2 + \sigma_p^2$$

Mc Whirter (1979) *dalam* Martono (2004) membagi nilai duga heritabilitas ke dalam tiga kategori: rendah: $H < 0,20$; sedang: $0,20 < H < 0,50$; tinggi: $H > 0,50$.

Nilai duga kemajuan genetik dihitung dengan rumus:

$$R = i \cdot H \cdot \sigma_p$$

σ_p = simpangan baku fenotipe;

R = respons terhadap seleksi;

i = intensitas seleksi, pada penelitian ini intensitas seleksi 20% dengan nilai $i = 1,40$ (Aryana 2010);

H = heritabilitas dalam arti luas

Kemajuan genetik dalam persen:

$$KG (\%) = (R / \bar{x} \times 100\%)$$

\bar{x} = nilai tengah populasi

Kriteria nilai duga kemajuan genetik menurut Begum dan Sobhan (1991) *dalam* Hadiati *et al.* (2003) sebagai berikut: rendah: $KG < 7\%$, sedang: $7\% \leq KG \leq 14\%$; tinggi: $KG > 14\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan nilai keragaman fenotipe dan genotipe yang luas terdapat pada semua karakter yang diamati (tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, gabah hampa/malai, dan umur panen tanaman), kecuali warna beras (Tabel 2 dan 3). Suatu karakter memiliki keragaman fenotipe dan genotipe yang luas apabila lebih besar dua kali simpangan bakunya dan keragaman sempit apabila ragam fenotipe dan genotipenya lebih kecil dua kali simpangan bakunya.

Luasnya keragaman yang dihasilkan, baik keragaman fenotipe maupun genetik, menunjukkan terdapat peluang besar untuk menyeleksi sifat-sifat yang diinginkan. Keragaman yang luas pada ragam genotipe dan fenotipe disebabkan oleh populasi yang digunakan adalah benih F₂ yang tingkat segregasinya paling tinggi (Tabel 2 dan 3). Keragaman yang luas juga dapat terjadi karena kedua populasi memiliki karakteristik genetik yang berbeda. Padi beras hitam tidak berbulu (S) dan padi beras hitam Cempo ireng (C) merupakan varietas lokal Magelang dan Yogyakarta, sedangkan Situbagendit dan Inpari 6 adalah varietas unggul baru padi beras putih.

Semua karakter yang diamati pada populasi F₂ memiliki nilai heritabilitas dalam arti luas dengan kriteria sedang sampai tinggi, berkisar antara 0,43-1,0 (Tabel 4), baik pada persilangan S x G, C x G, maupun C x I. Keadaan ini menunjukkan karakter tersebut lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan. Tingginya nilai heritabilitas disebabkan oleh tingkat segregasi yang paling maksimum pada populasi F₂. Nilai heritabilitas tinggi menunjukkan keragaman

Tabel 2. Nilai ragam genotipe populasi F2 hasil persilangan padi beras hitam dengan padi beras putih (S x G), C x G, dan C x I, Sleman, Yogyakarta, 2013.

Karakter	Ragam genotipe σ^2_g			Simpangan baku σ_g			$2\sigma_g$			Kriteria
	SXG	CXG	CXI	SXG	CXG	CXI	SXG	CXG	CXI	
Tinggi tanaman	437,86	877,08	75,59	20,93	29,62	8,69	41,85	59,23	17,39	Luas
Panjang daun bendera	21,60	32,83	1038,61	4,65	5,73	32,23	9,30	11,46	64,46	luas
Jumlah anakan produktif	28,776	10,82	28,83	5,36	3,29	5,37	10,73	6,57	10,74	luas
Panjang malai	4,12	22,23	1330,9	2,03	4,72	36,48	4,06	9,43	72,96	
Jumlah gabah isi/malai	1005,93	1044,96	1752,42	31,72	32,33	41,86	63,43	64,65	83,72	luas
Jumlah gabah hampa/malai	673,74	545,29	503,22	25,96	23,35	22,43	51,91	46,703	44,87	luas
Umur tanaman	17,147	11,42	8,38	4,14	3,38	2,89	8,28	2,18	5,79	luas
Warna beras	2,31	1,19	1,50	1,52	1,09	1,22	3,04	2,18	2,45	sempit

Keragaman luas: $\sigma^2_g > 2\sigma_g$, keragaman sempit: $\sigma^2_g < 2\sigma_g$ (Anderson and Bancroft 1952 dalam Wahdah 1996).

Tabel 3. Nilai ragam fenotipe populasi F2 hasil persilangan padi beras hitam dengan padi beras putih (S x G); C x G, dan C x I, Sleman, Yogyakarta, 2013.

Karakter	Ragam fenotipe σ^2_p			Simpangan baku σ_p			$2\sigma_p$			Kriteria
	SXG	CXG	CXI	SXG	CXG	CXI	SXG	CXG	CXI	
Tinggi tanaman	437,86	887,07	148,64	21,13	29,78	12,19	42,26	59,57	24,38	Luas
Panjang daun bendera	25,46	36,99	1042,93	5,05	6,08	32,29	10,09	9,82	64,59	Luas
Jumlah anakan produktif	28,776	14,43	32,17	5,71	3,80	5,67	11,41	7,60	11,34	Luas
Panjang malai	7,75	24,11	1332,54	2,78	4,91	36,50	5,57	9,82	73,01	Luas
Jumlah gabah isi/malai	1005,93	1090,18	1797,41	32,57	33,02	42,40	65,15	66,04	84,79	Luas
Jumlah gabah hampa/malai	673,74	572,22	530,56	26,50	23,92	23,03	53,01	47,84	46,07	Luas
Umur tanaman	17,147	11,41	8,38	4,14	3,38	2,89	8,28	6,76	5,79	Luas
Warna beras	2,31	1,19	1,50	1,52	1,09	1,22	3,04	7,60	2,45	Sempit

yang muncul untuk karakter-karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan dengan faktor lingkungan. Nilai heritabilitas yang tinggi dari karakter-karakter yang diamati mengindikasikan seleksi dapat diterapkan secara efisien. Seleksi karakter yang diinginkan akan lebih berarti jika mudah diwariskan. Hal ini sesuai dengan penelitian Jameela *et al.* (2014). Mudah tidaknya pewarisan karakter dapat diketahui dari nilai heritabilitas (h^2) yang dapat diduga dengan membandingkan besar ragam genetik terhadap ragam fenotipik.

Nilai kemajuan genetik yang tinggi terdapat pada karakter panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, jumlah gabah hampa/malai, dan warna beras, baik pada persilangan S x G, C x G maupun C x I. Karakter tinggi tanaman memiliki nilai kemajuan genetik sedang (pada persilangan S x G dan C x I) sampai tinggi (persilangan C x G). Karakter umur tanaman memiliki nilai kemajuan genetik yang rendah, baik pada persilangan S x G, C x G maupun C x I (Tabel 4). Tingginya nilai kemajuan genetik dalam suatu karakter mengindikasikan karakter tersebut didukung

oleh faktor genetik, sehingga dapat memfasilitasi kemajuan seleksi. Hal ini sesuai dengan penelitian Martono (2009) bahwa nilai heritabilitas yang tinggi suatu karakter yang diikuti dengan keragaman genetik yang luas menunjukkan penampilan karakter tersebut lebih ditentukan oleh faktor genetik. Dengan demikian, seleksi pada populasi ini lebih efisien dan efektif karena memberikan harapan kemajuan genetik yang besar.

Karakter umur tanaman memiliki nilai kemajuan genetik yang rendah dan heritabilitas yang tinggi. Karakter tinggi tanaman memiliki nilai kemajuan seleksi dan heritabilitas yang sedang sampai tinggi. Diduga faktor genetik dan faktor lingkungan mempunyai pengaruh yang relatif sama. Hasil penelitian ini menunjukkan karakter-karakter panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, jumlah gabah hampa/malai, dan warna beras mempunyai nilai keragaman yang luas, nilai duga heritabilitas yang tinggi, dan nilai kemajuan genetik yang tinggi. Dengan demikian, seleksi untuk memperoleh genotipe unggul dapat diterapkan pada karakter-karakter tersebut.

Tabel 4. Heritabilitas, dan kemajuan seleksi populasi F2 hasil persilangan padi beras hitam dengan padi beras putih (S x G); C x G; dan C x I. Sleman, Yogyakarta, 2013.

Karakter	Heritabilitas			Kriteria	R			KG (%)			Kriteria
	SXG	CXG	CXI		SXG	CXG	CXI	SXG	CXG	CXI	
Tinggi tanaman	0,43	0,99	0,924	S - T	12,61	41,23	15,45	9,48	28,14	11,28	S - T
Panjang daun bendera	0,85	0,89	0,996	T	2,07	7,55	45,03	19,16	124,22	141,16	T
Jumlah anakan produktif	0,87	0,75	0,892	T	6,98	3,98	6,94	43,60	24,13	47,85	T
Panjang malai	0,53	0,92	0,998	T	2,07	6,33	51,00	7,36	129,47	135,83	T
Jumlah gabah isi/malai	0,95	0,96	0,974	T	43,33	44,31	56,63	45,77	45,52	61,66	T
Jumlah gabah hampa/malai	0,96	0,95	0,947	T	35,71	31,91	29,91	69,80	82,53	53,41	T
Umur tanaman	1,00	1,00	1,00	T	5,80	4,73	3,97	4,56	3,72	3,13	R
Warna beras	1,00	1,00	1,00	T	2,13	1,53	1,68	212,76	101,86	168,00	T

R = nilai duga kemajuan genetik, KG = kemajuan genetik, S = sedang; T = tinggi; R = rendah.

KESIMPULAN

Populasi galur F2 hasil persilangan padi beras hitam dengan padi beras putih menunjukkan tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, jumlah gabah hampa/malai, dan warna beras mempunyai nilai heritabilitas tinggi. Dengan demikian, seleksi untuk memilih genotipe beras hitam dengan jumlah anakan produktif tinggi, dan hasil tinggi pada generasi selanjutnya relatif mudah.

Jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah isi per malai mempunyai koefisien keragaman genetik, heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi, sehingga perbaikan padi beras hitam untuk karakter yang sama dimungkinkan.

Umur tanaman mempunyai keragaman genetik yang luas, dengan dugaan heritabilitas yang tinggi, dan harapan kemajuan genetik yang rendah. Dengan demikian, seleksi untuk perbaikan padi beras hitam dengan umur jenjang relatif sulit.

Seleksi untuk mendapatkan padi beras hitam yang berpotensi hasil tinggi dengan cara memilih genotipe yang memiliki anakan produktif tinggi, malai panjang, dan jumlah gabah isi per malai tinggi relatif lebih mudah karena ketiga karakter mempunyai keragaman genetik, dugaan heritabilitas, dan kemajuan genetik cukup tinggi, sehingga ketiga sifat tersebut mudah diwariskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidi-Daslin, Sayurandi, dan S. Woelan. 2008. Keragaman genetik, heritabilitas dan korelasi berbagai karakter dengan hasil pada tanaman karet. J. Penelitian Karet 26(1):1-9.
- Arifin, Z., G. Tabrani, dan Deviona. 2014. Pewarisan sifat agronomi Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) toleran di lahan gambut. Online Mahasiswa. Fak. Pertanian Universitas Riau. 1(1).
- Aryana, I.G.P.M. 2010. Uji keseragaman, heritabilitas, dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo. Crop Agro. J. Ilmiah Budidaya Pertanian 3(1):10-17. Faperta Unram.
- Barmawi, M., A. Yushardi, dan N. Sa'diyah. 2013. Daya waris dan harapan kemajuan seleksi karakter agronomi kedelai Generasi F2 hasil persilangan antara Yellow bean dan Taichung. J. Agrotek Tropika 1(1):20-24.
- Buhaira, S. Nusifera, P.L. Ardiyaningsih, dan Y. Alia. 2014. Penampilan dan parameter genetik beberapa karakter morfologi agronomi dari 26 aksesi padi (*Oryza* spp. L.) lokal Jambi. J. Penelitian Universitas Jambi: Seri Sains 16(2):33-42.
- Fehr, W.R. 1987. Principle of cultivar Development : Theory and Technique. Macmillan Publishing Company. New York. Vol. I. 536 pp.
- Hadiati, S., H.K. Murdaningsih, dan N. Rostini. 2003. Parameter karakter komponen buah pada beberapa aksesi nanas. Zuriat 14(2):53-58.
- Hakim, L. 2010. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi beberapa karakter agronomi pada galur F2 hasil persilangan kacang hijau (*Vigna radiate* [L.] wilczek). Berita Biologi 10(1): 23-32.
- Jameela, H., A.N. Sugiharto, dan A. Soegianto. 2014. Keragaman genetik dan heritabilitas komponen hasil pada populasi F2 buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) hasil persilangan varietas introduksi dengan varietas lokal. J. Produksi Tanaman 2(4):324-32.
- Lubis, K., S.H. Sutjahjo, M. Syukur, dan Trikoesoemaningtyas. 2014. Pendugaan parameter genetik dan seleksi karakter morfofisiologi galur jagung introduksi di lingkungan tanah masam. J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 33(2): 122-128.
- Martono, B. 2004. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter ubi bengkuang (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Sukabumi.
- Martono, B. 2009. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi antar karakter kuantitatif nilam (*Pogostemon* sp.) Hasil Fusi Protoplas. Jurnal Littri 15(1):9-15.
- Rachmadi, M., N. Hermiati, A. Baihaki, dan R. Setiamiharja. 1990. Variasi genetik dan heritabilitas komponen hasil dan hasil galur harapan kedelai. Zuriat 1(1):48-51.

- Sjamsudin, E. 1990. Pendugaan heritabilitas hasil kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) tipe Virginia di Queensland Australia. *Bul. Agr.* 19:1-6.
- Suharsono, M. Yusuf, dan A.P. Paserang. 2006. Analisis ragam, heritabilitas dan pendugaan kemajuan seleksi populasi F₂ dari persilangan kedelai kultivar Slamet x Nokonsawon. *J. Tanaman Tropika* 9(2):86-93.
- Sungkono, Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, D. Soepandi, S. Human, dan M.A. Yudiarto. 2009. Pendugaan parameter genetik dan seleksi galur mutan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) di tanah masam. *J. Agron. Indonesia* 37:220-225.
- Suprpto dan Narimah Md. Kairudin. 2007. Variasi genetik, heritabilitas, tindak gen, dan kemajuan genetik kedelai (*Glycine max* [L.] Merill.) pada Ultisol. *J. Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 9(2):183-190.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yunianti, K. Nida. 2010. Pendugaan Komponen Ragam, Heritabilitas, dan Korelasi untuk Menentukan Kriteria Seleksi Cabai (*Capsicum annum* L.) Populasi F₅. *J. Hort. Indonesia* 1(3):74-80.
-